Arbeitsgrundlagen

---

1. Gesetzliche Grundlagen

Allgemein verbindliche Grundlagen für die Arbeit im Fachseminar Musik sind

- Lehrerbildungsgesetz
- Schulgesetz
- Verordnung über die schulpraktische Ausbildung im Anschluß an die Erste Staatsprüfung (AusbO) vom 18. März 1999
- Verordnung über die Zweite Staatsprüfung für die Lehrämter (2. LehrerPO) vom 25. Juli 1990, zuletzt geändert am 6. November 2000
- gültige Rahmenpläne für Unterricht und Erziehung in der Berliner Schule im Fach Musik

In Anlehnung an diese Vorgaben liegen für die Durchführung der Fachseminare Musik Themenschwerpunkte vor, die einerseits Anhaltspunkte für die inhaltliche Sitzungsgestaltung geben, andererseits aber jedem Fachseminarleiter und jeder Fachseminarleiterin Freiraum lassen, auf die Wünsche und Probleme der – bezüglich musikalischer und unterrichtlicher Vorerfahrungen – heterogen zusammengesetzten Gruppen einzugehen sowie auf aktuelle Entwicklungen und Bildungsangebote zu reagieren.

2. Rahmenbedingungen

Laut Ausbildungsordnung soll die schulpraktische Ausbildung die Lehramtsanwärter mit den Anforderungen der Schul- und Unterrichtspraxis vertraut machen und sie zu selbstständiger Arbeit in Unterricht und Erziehung befähigen.

Bezogen auf das Fach Musik heißt das

- Einführung in die Unterrichtspraxis Musik
- Vermittlung von musikdidaktischen Beobachtungskategorien sowie Beurteilungskriterien
- kritische Erörterung von Lern- und Erziehungszielen aus Gegenwart und Vergangenheit der Musikerziehung unter Berücksichtigung sozialer und psychischer Gegebenheiten bei Kindern und Jugendlichen
- Analyse der didaktischen Struktur des Faches Musik
- Problemerörterung der Methoden des Musikunterrichts
- Konzeption fächerübergreifender Unterrichtseinheiten bis hin zur kulturellen Gestaltung des Schullebens bzw. Management des Fachbereichs
- Analyse musikdidaktischer Gegenstände und Literatur
- Themenstellung und Anlage der schriftlichen Prüfungsarbeit

3. Themenschwerpunkte

Die fachspezifischen Schwerpunkte zur Erfüllung der genannten Aufgaben beruhen auf Erfahrungen der FSL für Musik (L und S). Sie sind so gewählt, dass sie jederzeit die Möglichkeit einer stufenspezifischen Ausschärfung sowie einer Intensivierung von Themen verbunden beispielsweise mit zusätzlichen Unterrichtsbesuchen, Videoaufzeichnungen und Besichtigungen offen lassen und Freiräume für den notwendigen Abbau von Defiziten in Theorie und Praxis enthalten.

Auf Grund neuerer Forschungsergebnisse (vgl. Bastian- und Los Angeles-Studien) ist dem Stellenwert des gemeinsamen Musizierens für soziale Entwicklungen (u. a. Aggressionsverhalten) und allgemeine Lernprozesse (u. a. der mathematisch-naturwissenschaftlichen) während der Ausbildung besonders Rechnung zu tragen.

Musikunterweisung ist gleichzeitig auch Zuarbeit für andere Fächer durch Textarbeit, Ausbildung der Abstraktionsfähigkeit (z. B. durch

Notenlesen), Vorgehensweisen vom Konkreten zum Allgemeinen, genaues Befolgen von Handlungsanweisungen (z. B. beim Klassenmusizieren).

Auch die Diagnostik im Musikunterricht, wie das Erfassen von Lernvoraussetzungen, vom Wissensstand, von ablaufenden und abgeschlossenen Lernprozessen, soll eine angemessene Berücksichtigung finden. Aufschlüsse und Erkenntnisse ergeben sich für die Lehrkraft beispielsweise hier durch Beobachtung von motorischen Schwächen bei Tanz und elementarem Instrumentalspiel.

3.1 Bedeutung des Musikunterrichts

Die Bedeutsamkeit des Musikunterrichts liegt in den wissenschaftlich bewiesenen Beiträgen

- zum mathematisch-logischen Denken,
- zum räumlich-zeitlichen Vorstellungsvermögen,
- zum Sozialverhalten,
- zur motorischen Entlastung und zum Gleichgewicht,
- zur Sprachförderung,
- zu Transfereffekten zu anderen Fächern (s. o.),
- zur Persönlichkeitsentfaltung (Schulung der Ausdrucksfähigkeit),
- zur Teamfähigkeit (Ensemblespiel),
- zur Kreativität (Umsetzung von Musik in Wort, Schrift, Bild, Bewegung und umgekehrt).

3.2 Wesentliche Inhalte der Arbeit im Fachseminar

Inhaltliche Schwerpunkte	**Bearbeitungsaspekte im Fachseminar**

Musik singen	Stimmpflege und Stimmbildung Einstudierung und Übung Kriterien für das Liedrepertoire Interkulturelle Musikerziehung
Musik spielen	Klassenmusizieren und Ensemblemusizieren Schulrelevantes Instrumentarium Arrangieren und Spiel-mit-Sätze
Musik hören	Grundlagen der Hörerziehung Formen der Höranalyse
Musik gestalten	Improvisation und Experiment Tonsatz bzw. Gestaltungsprinzipien Komponieren im Unterricht
Musik in Bewegung umsetzen	Grundlagen der Bewegungserziehung und Tanzdidaktik Einstudierung und Übung Schulrelevante Typen des Tanzens Bewegungsimprovisation

Musik lernen	Musikalische Elementarlehre Formenlehre Instrumentenkunde Abstraktion und Handlungsorientierung Sequenzbildung Psychologische und mnemotechnische Grundlagen
Wirkung von Musik	Befragungs- und Gesprächsformen Musikpsychologische Aspekte Popularität und Bedeutsamkeit Musik und Lärm
Funktionen von Musik	Musikleben und Institutionen Musik und Gesellschaft Musik und Politik Musik als Wirtschaftsfaktor Textarbeit im Musikunterricht

Musik verstehen	Formen der Werkbetrachtung Funktion von Analyse im Musikunterricht Historische und stilistische Terminologie Gesellschaftliche und historische Bedingtheit musikalischer Werke

Bei der Gestaltung von Fachseminarsequenzen ist darauf zu achten, die inhaltlichen Schwerpunkte nicht isoliert zu behandeln, sondern unter gleichwertiger Berücksichtigung der fünf Verhaltensweisen im Umgang mit Musik (Dankmar Venus) sinnvoll zu verknüpfen.

Diese inhaltlichen Schwerpunkte (vgl. linke Spalte) sollen Ausgangspunkt für die folgenden vier Themenkreise sein:

3.2.1 Didaktische / pädagogische Inhalte

- Motivation im Musikunterricht
- Differenzierung und Förderung
- Unterrichtsvorbereitung und -planung (Kriterien / Wochenplan / Kurzentwurf)
- Diagnose und Leistungsbewertung
- Musikleben in der Schule (AG-Arbeit / Aufführungen / klassen- und fächerübergreifende Unterrichtsvorhaben / Projekte)

3.2.2 Management

- Kooperation mit anderen Institutionen
- Sponsoring
- Planung von Terminen und langfristigen Entwicklungen
- Schulprogrammentwicklung

3.2.3 Organisatorische und allgemeine Inhalte

- Struktur der Musikkultur Berlins

- Curriculare Entwicklungen / gültige Rahmenpläne / Arbeitsplan (Rastererstellung)
- Bestimmungen / Verordnungen / schulrechtliche und rechtliche Fragen (GEMA, Instrumenten- und Medienbeschaffung) des schulischen Musiklebens
- Informationsquellen (z. B. Musik–Fachzeitschriften)
- mündliche Prüfungsthemen
- schriftliche Prüfungsarbeit
- Konstruktion von Prüfungsaufgaben für das Abitur im Fach Musik (S-Seminare)

3.2.4 Besuche von Institutionen

- Kultureinrichtungen: Bibliotheken / Museen / Konzertstätten
- Musikwirtschaft: Verlage / Musikalienhändler / Musikinstrumentenbauer
- LISUM mit seinen verschiedenen Einrichtungen

Es muss im Laufe der Ausbildung sichergestellt werden, dass alle LAA – ihrer jeweiligen fachlichen Kompetenz gemäß – mit diesen inhaltlichen Schwerpunkten vertraut sind.

4. Seminarformen

Die Fachseminarsitzungen Musik finden in den Seminarräumen der Schulpraktischen Seminare und aufgrund des durchgängigen Anspruchs der Handlungsorientierung in Unterrichts- und Seminararbeit zu unterschiedlich großen Teilen auch in Fachräumen der Schulen statt.

Gründe hierfür können sein:

- gemeinsame Schulbesuche zwecks
  - Erprobung, Beobachtung, Wirkungsanalyse gemeinsamer Planung an der Schule eines LAA
  - unterrichtspraktischer Demonstration der / des FSL mindestens zweimal im Semester
  - Unterrichtsbeobachtung und Analyse didaktischer Wirkungszusammenhänge

- Videoaufzeichnungen mit Klassen oder Schülergruppen
- Verfügbarkeit von Instrumenten, Medien, Hi-Fi-Anlagen
- Vermeidung akustischer Belästigung anderer Seminargruppen
- größerer Raumbedarf für die Bereiche der Bewegungserziehung

4.1 Zusätzliche Ausbildungsangebote

4.1.1 Kooperation der Fachseminare

Unabhängig von der in der Ausbildungsordnung festgelegten Zusammenarbeit von Seminaren lassen es das reichhaltige Kulturleben unserer Stadt mit seinen vielen schulrelevanten Einrichtungen und die besonderen Erfahrungen einzelner Fachseminarleiter(innen) und Referent(inn)en auf musikalischen Teilgebieten in einem künstlerischen Fach wie Musik sinnvoll erscheinen, von Zeit zu Zeit gemeinsame Sitzungen mehrerer Fachseminare durchzuführen, die projektorientiert sind und aus organisatorischen Gründen nicht ausschließlich in der unterrichts- und seminarfreien Zeit stattfinden können.

Neben einem gemeinsamen Einführungskurs findet in Zusammenarbeit mit verschiedenen Institutionen während der Ausbildungszeit einmal eine Tagung für alle Lehreranwärter und Referendare des Faches Musik statt, auf der von Fachseminarleiter(inne)n, Dozent(inn)en und Hochschullehrer(inne)n aus dem In- und Ausland Informationen, Anregungen, Materialien und Methoden auch zu aktuellen musikdidaktischen Entwicklungen vermittelt werden.

4.1.2 Ausbildungsrelevante Angebote außerhalb der regulären Fachseminarsitzungen können sein:

- von der Senatsverwaltung für Schule, Berufsbildung und Sport organisierte Schülerkonzerte mit Moderation und die teilweise dazu angebotenen Vorbereitungsveranstaltungen
- Führungen durch das Musikinstrumenten-Museum bzw. Beobachtung von Musikinstrumentenbauern in ihren Werkstätten
- vom LISUM, von Verbänden oder Fachseminarleiter(inne)n organisierte musikalische / methodisch-didaktische Veranstaltungen
- zentrale und / oder bezirkliche Veranstaltungen der jährlich durchgeführten Musischen Wochen der Senatsverwaltung
- mehrtägige Exkursionen zu bildungsrelevanten Einrichtungen oder Veranstaltungen, auch unter dem Aspekt der modellhaften Vermittlung von Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Schülerfahrten.

4.2 Kriterien für die Gestaltung von Fachseminarsitzungen

Die Arbeit im Fachseminar sollte Modell für funktional angelegte und Abgeschlossenheit intendierende Lernprozesse sein.

Dies bedeutet, dass

- lernbiologische Erkenntnisse,
- Exemplarität von Inhalten,
- zielgerichteter Medieneinsatz,
- Aufbau von Spannungsbögen,
- Handlungsorientierung,
- Teilnehmerorientierung und
- Methoden,

die zur Selbstständigkeit sowie zur beruflichen Entfaltung beitragen, zu berücksichtigen sind, um so die auf die Berufsanfänger zukommende Flut von Materialien, Methoden und Medien zu strukturieren und zu kanalisieren.

Bei der Semesterplanung sind die LAA an inhaltlichen Entscheidungen zu beteiligen. Aufgrund ihrer z. T. sehr hohen Qualifikation durch Hochschul- bzw. Universitätsabschluss sind sie grundsätzlich in der Lage, modellhaft für den eigenen Unterricht die Seminararbeit aktiv mitzugestalten, sich Teilgebiete eigenständig zu erschließen und sie durch entsprechend gewählte Arbeitstechniken (auch in angeleiteter Gruppenarbeit) anderen Teilnehmern zugänglich zu machen.

Dieses Potential der Gruppe sollte bei

- Information,
- Erörterung,
- Training,
- Beratung

als gegenseitige Bereicherung erkannt und genutzt werden.

Fachseminarleiter(innen) für Musik verfügen gleichermaßen über einen künstlerischen Anspruch wie über ein reichhaltiges

Unterrichtsrepertoire. Beides sollte sparsam in das Fachseminar eingebracht werden, um den Blick der Lehramtsanwärter(innen) für das Wesentliche des (nicht mehr durchgängig zweistündig angebotenen) Musikunterrichts zu schulen, d. h. bei Wahlmöglichkeit ist eine Moderation mit Visualisierungstechniken, die Denkprozesse in Gang setzt, stets einer Demonstration durch die / den FSL, die zum Imitationsverhalten verführt, vorzuziehen.

Das Fachseminar folgt schwerpunktmäßig musikdidaktischen Ansprüchen. Das bedeutet, dass auch bei unabdingbar hinzuzuziehenden allgemeindidaktischen Kriterien, insbesondere bei der Berücksichtigung aktueller Probleme und Diskussionen, der Ausgangs- und Endpunkt einer Fachseminarsitzung den Musikaspekt beleuchten sollte. Eine Gegenüberstellung ausgewählter Literatur, um die Wurzeln der Musikdidaktik freizulegen, kann dabei hilfreich sein.

In die inhaltliche Gestaltung der einzelnen Seminarsitzungen können feste oder sich von Zeit zu Zeit wiederholende Teilaspekte einbezogen werden.

Bewährt haben sich z. B.

- Kurzreferate (fünf bis zehn Minuten) der LAA über den vom FSL besuchten Unterricht
  - mit Durchführung der darin enthaltenen musikpraktischen Beispiele (Lied, Tanz, Spiel-mit-Sätze, Ensemblespiel, Höraufgaben...) und
  - anhand der schriftlichen Planungen (einschließlich Arbeitsbögen, Notenmaterial...), die den Kolleg(inn)en zur Verfügung gestellt werden. Neben einer Sammlung von Stundenentwürfen für die Gruppe werden auf diese Weise Planungskompetenz und Methodenrepertoire erweitert.

Gleichzeitig stellt das Referieren über Planung, Durchführung und Analyse der Musikstunden eine Rückkoppelung für LAA und FSL dar, inwieweit wesentliche Kritikpunkte verstanden und ggf. bereits umgesetzt worden sind.

- Vorstellung von Grobstrukturen für in Planung befindlichen Unterricht durch LAA
  - mit Sichten von geeigneten Materialien (Schulbücher, Hörbeispiele, Stundenentwürfe...)
  - und Erproben methodischer Vorschläge (Übungsformen, Aufgabenstellung, Vortrag...).

Aufgrund der Interdependenzen der Planungselemente ergibt sich so eine ständige Auseinandersetzung mit unterschiedlichen didaktischen Ansätzen und die FSL erhalten einen tieferen Einblick in die thematische bzw. erzieherische Langzeitplanung ihrer LAA, um

sie entsprechend fördern zu können.

- Fachpraktische Angebote durch LAA und FSL
  - mit thematisch gebundenen Aktionen (Bewegendes, Phantasieanregendes...) oder
  - als Repertoirebildung (Jahreszeitenlieder und -stücke, Thema "Wasser" in der Musik...).

In jedem Fall sehen FSL und / oder LAA einen Kollegen bzw. eine Kollegin in anleitender Funktion und erleben sich bewusst in der Schülerrolle, was – abgesehen von der Angebotsauswahl oder der Thematik – Anlass gibt für ein "Feedback" (Ich-Aussagen: Beobachtung, Wirkung), das per Definition Rechtfertigungen, Erklärungen usw. seitens des Angesprochenen ausschließt.

- Rückmeldungen über folgende Punkte, die den Fachseminarleitern Stärken und Schwächen der Gruppenmitglieder verdeutlichen, können Verhalten bestärken oder zur kritischen Überprüfung anregen:
  - Vor- / Aufbereitung des Lernangebots
  - Medienvorbereitung / Medieneinsatz
  - Stehen vor der Gruppe: Sprachverhalten / Körpersprache
  - Nutzung verschiedener Wahrnehmungskanäle
  - Hilfestellung / Zwischensicherung / Lernerfolgskontrolle / Diagnose.

4.3 Integration neuer Lehramtsanwärter/innen in die Fachseminargruppe

am Beispiel eines übergreifenden Seminarthemas „Inhaltsbezogene Musik"
mit verschiedenen Planungsschwerpunkten: Sachanalyse, Didaktische Analyse, Didaktische Reduktion, Langzeitplanung...

Sitzung imSemester	Gruppe 1. Semester	Gruppe 2. Semester	Gruppe 3. Semester	Gruppe 4. Semester
1. Sitzung	**Einführung** / Klären des aktuellen Stands (Gr. ggf. allein mit FSL)	HA/GA: **Material-sammlung** (Musik, Bild, Film, Text, Lied, Schulb.)	HA/GA: Sichten der musikwissenschaftlichen **Literatur** zum Thema	HA/GA: Anstellen allgemein-didaktischer und fach-**didakt. Überlegungen**
2. Sitzung	**Materialsichtung und -analyse** (mit FSL) (Schwerpunkt: Sachanalyse)		**Didaktisch-methodische Überlegungen** (ohne FSL) (Schwerpunkt: Didaktische Anlayse)	
3. Sitzung	**Vorstellen** / prakt. Erproben des Materials (1./3. Sem.) – **Erörterung** unterrichtlicher Möglichk. (2./.4 Sem.) (Schwerpunkte: Bilden von Sach- und Methodenrepertoire, Didaktische Reduktion)			
4. Sitzung	1./3. Sem. GA: **Planung einer UE** (teilw. m. FSL) (Schwerpunkt: Langzeitplanung)		2./4. Sem. GA: **Planung einer Stunde** (teilw. m. FSL) (Schwerpunkt: Kleinschrittigkeit)	
5. Sitzung	**Unterrichtshospitation** bei FSL oder LAA des 2. bzw. 4. Semesters mit Auswertung (Beobachtugsschwerpunkt: z. B. Wirkungszusammenhang der Planungselemente)			
6. Sitzung	**Transfer** einzelner Planungselemente auf eine andere inhaltsbezogene Musik in semestergemischter arbeitsteiliger PA (ggf. mit FSL) unter einem gemeinsamen Stundenziel und Berücksichtigung von Alternativen			
7. Sitzung	Durchführung des geplanten Unterrichts im **Teamteaching**-Verfahren unter Beteiligung aller LAA (ggf. mit Video-Aufzeichnung) mit anschließender Analyse			
8. Sitzung	**Beginn eines neuen Themenkomplexes**			

Eine **Alternative** zu dieser Form der Integration mit einer intensiveren Anfangsbetreuung der Erstsemester kann nach den Prinzipien der „Freiarbeit" für die anderen LAA geplant werden (Themenbeispiel: Musikspiele – Spiele mit Musik).

(Stand 06/02; inhaltliche Verantwortung: Christiane Wanjura und Uwe Kany)

zurück zum Anfang

Musikunterricht bewirkt Langzeit-Verbesserung des räumlich-zeitlichen Vorstellungsvermögens[1] bei Vorschulkindern

Frances H. Rauscher, Gordon L. Shaw*, Linda J. Levine, Eric L. Wright+, Wendy R. Dennis++ und Robert L. Newcomb#**

Department of Psychology, University of Wisconsin, Oshkosh, WI, *Center for the Neurobiology of Learning and Memory and Department of Physics, **School of Social Ecology, Department of Psychology and Social Behavior, University of California, Irvine, +Irvine Conservatory of Music, ++Department of Psychology, University of Southern California, Los Angeles, #School of Social Science, University of California, Irvine, CA, USA

Prognosen aus einem strukturierten koritkalen Modell haben uns zu der Hypothese veranlaßt, daß Musikunterricht das räumlich-zeitliche Vorstellungsvermögen von Kindern verbessert. An der vorliegenden Studie nahmen insgesamt 78 Kinder im Vorschulalter teil; 34 von ihnen erhielten Keyboard-Einzelunterricht, 20 Kinder erhielten Computer-Einzelunterricht, 24 der Kinder erhielten keinen Unterricht. Vor Beginn und nach Abschluß der Versuchsreihe wurden vier alterskalibrierte Standardtests zur Überprüfung des räumlichen Vorstellungsvermögens durchgeführt; ein Test prüfte das räumlich-zeitliche Vorstellungsvermögen, drei Tests prüften räumliche Kognition. Eine signifikante Verbesserung in den Testergebnissen für das räumlich-zeitliche Vorstellungsvermögen konnte nur bei der Keyboard-Gruppe festgestellt werden. Keine der Gruppen

zeigte eine signifikante Verbesserung bei den Tests zur räumlichen Kognition. Die in der Keyboard-Gruppe festgestellte Verbesserung des räumlich-zeitlichen Vorstellungsvermögens übertraf die Standardabweichung des genormten Tests und hielt mindestens einen Tag lang an – eine Dauer, die traditionell als "Langzeit" klassifiziert wird. Verglichen mit einer früheren Studie, in der festgestellt wurde, daß das Hören einer Mozart-Klaviersonate bei College-Studenten zu einer Verbesserung des räumlich-zeitlichen Vorstellungsvermögens führte, entspricht dies einer Steigerung um den Faktor 100 und deutet darauf hin, daß durch Musikunterricht Langzeit-Veränderungen der neuralen Schaltungen in nicht primär für die Rezeption von Musik zuständigen Arealen hervorgerufen werden. Dieses kann mit Hilfe von EEG untersucht werden. Wir vermuten, daß eine Verbesserung des geschilderten Ausmaßes dem Erlernen solcher Standard-Curricula förderlich sein kann, die in hohem Maße räumlich-zeitliches Vorstellungsvermögen erfordern (z. B. Mathematik, naturwissenschaftliche Fächer). (Neurol Res 1997, Nr.19: S.2-8)

Einleitung

Theoretische Überlegungen und empirische Untersuchungen ließen auf einen Zusammenhang zwischen musikalischen Fähigkeiten und räumlichem Vorstellungsvermögen schließen.[1-6] Ein neurobiologisches Argument für eine kausale Beziehung zwischen Musik und räumlich-zeitlichem Vorstellungsvermögen stellt das Modell von Leng und Shaw bereit.[7] Ausgehend von Mountcastles[8] säulenartigem Organisationsprinzip der kortikalen Funktionen[8-9] regt das Trion-Modell[10-12] an, daß die *firing patterns* [gemeint sind die Muster des sog. "neuralen Feuerns"] hochgradig strukturierter, miteinander verbundener Neuronengruppen die "eingebaute" Fähigkeit besitzen, Muster zu erkennen, diese miteinander zu vergleichen und Beziehungen zwischen ihnen festzustellen.[12] Dieser neurale Vorgang ist u.U. für die Bewältigung räumlicher Kognition zuständig, so z.B. für das Erkennen physikalischer Ähnlichkeiten zwischen Objekten. Die sich über große Bereiche des Kortex erstreckende Entwicklung dieser Beziehungen zwischen neuralen *firing patterns* in spezifische Zeitsequenzen von

Zehntelsekunden berücksichtigt dem Modell[7] zufolge die Ausführung anderer komplexerer Aufgaben, die räumlich-zeitliches Vorstellungsvermögen erfordern. Räumlich-zeitliches Vorstellungsvermögen beinhaltet das Aufrechterhalten und die Transformation mentaler Bilder in Abwesenheit eines physikalischen Modells und wird für höhere Hirnfunktionen wie Schach, Mathematik und Technik benötigt.

Es wurde gefolgert, daß auch Musik-Kognition diese zeitlichen Sequenzen neuraler Aktivität erfordert.[7,13-14] Eine der wesentlichen Eigenschaften der sich entwickelnden Muster neuraler Aktivität besteht darin, daß sie durch Erfahrung oder Lernen verstärkt werden können.[10-11] Obwohl höhere Hirnfunktionen typischerweise mit spezifischen lokalisierten Regionen des Kortex assoziiert sind, beziehen sämtliche höheren kognitiven Fähigkeiten eine Vielzahl kortikaler Areale mit ein.[15] Leng und Shaw[7] vermuteten, daß das Hören von Musik die in Prozesse räumlich-zeitlicher Vorstellung involvierten kortikalen *firing patterns* anregen bzw. intensivieren kann und somit Einfluß auf die Kognitionsleistung ausübt, die zur Bewältigung von Aufgaben erforderlich ist, die diesen komplexen räumlich-zeitlichen neuralen Code teilen. In auf diesen Annahmen basierenden Untersuchungen wurde festgestellt, daß College-Studenten nach dem Hören einer Mozart-Sonate (KV 448) räumlich-zeitliches Vorstellungsvermögen erfordernde Aufgaben signifikant besser bewältigen, daß dies jedoch nicht nach dem Hören von Minimal-Musik oder Stille der Fall ist.[16-17] Diese Studien belegten zwar das Vorhandensein einer kausalen Beziehung zwischen Musik und räumlich-zeitlichem Vorstellungsvermögen, der Effekt war jedoch lediglich 10 Minuten lang nachweisbar. Leng und Shaw vermuteten, daß Musikunterricht bei kleinen Kindern, deren Kortizes äußerst formbar sind, eine Langzeit-Verbesserung des räumlich-zeitlichem Vorstellungsvermögens hervorrufen könnte.[8] Ziel der vorliegenden Studie war die Überprüfung dieser Hypothese.

Unsere unveröffentlichte Pilotstudie (1993) stützte diese Annahme. Nach neun Monaten wöchentlichen Keyboard-Einzelunterrichts konnte bei einer Gruppe dreijähriger Kinder, die eine Musikschule besuchten, eine signifikante, d.h. eine über die altersstandardisierte Norm hinausgehende Verbesserung in der Bewältigung einer räumlich-zeitliches Vorstellungsvermögen erfordernden Aufgabe festgestellt werden.[18] In einem städtischen Tagesheim erhielt eine zweite Gruppe Dreijähriger aus sozial benachteiligten Familien über einen Zeitraum von neun Monaten täglich 30 Minuten Gesangsunterricht. Auch in dieser Gruppe war eine signifikante, die altersstandardisierte Norm übersteigende Verbesserung bei der Bewältigung von Aufgaben feststellbar, die räumlich-zeitliches Vorstellungsvermögen erfordern. Keine

der beiden Gruppen zeigte eine signifikante Verbesserung bei dem Test zur Ermittlung räumlicher Kognitionsfähigkeit.[18] Angeregt durch diese Ergebnisse nahmen wir eine Studie auf, in der wir unter kontrollierten Bedingungen Musikunterricht bereitstellten.

Methoden

Gegenstand

Die Gruppe der Probanden wurde ursprünglich von insgesamt 111 Kindern gebildet. 33 Kinder verließen im Verlauf der Studie die Vorschule und wurden nicht in die Auswertung einbezogen. Die "Aussteiger" waren relativ gleichmäßig auf die verschiedenen Versuchsgruppen verteilt. Zur Analyse verblieben 78 Kinder, davon 42 Jungen und 36 Mädchen. Alle Kinder waren von normaler Intelligenz. Das Alter der Probanden reichte zu Beginn der Studie von 3 Jahren 0 Monate bis 4 Jahre 9 Monate. Drei Kinder waren Linkshänder.

Die Studie wurde über einen Zeitraum von zwei Jahren mit Klassen in drei verschiedenen Vorschulen durchgeführt. Die 34 Kinder in der Keyboard-Gruppe erhielten Keyboard-Einzelunterricht und Gesangs-Gruppenunterricht; die anderen Kinder wurden in eine der drei Gruppen Gesang, Computer und Kontrollgruppe (kein Unterricht) eingeteilt (vgl. *Fig.1*). Die Gesangs-Gruppe ($n=10$) nahm an denselben Gesangs-Aktivitäten wie die Keyboard-Gruppe teil. Die Computer-Gruppe ($n=20$) erhielt Computer-Einzelunterricht, der in Länge und Stundenanzahl dem Keyboard-Unterricht entsprach. Die Kontrollgruppe ($n=14$) erhielt keinen Unterricht. Keines der Kinder hatte zuvor Musik- oder Computer-Unterricht erhalten, die Elternbeteiligung war minimal.

Alle Kinder der teilnehmenden Klassen, deren Eltern eingewilligt hatten, wurden in die Studie einbezogen. Die Kinder der Vorschule SA wurden nach dem Zufallsprinzip in die Keyboard- bzw. in die Computer-Gruppe eingeteilt (vgl. *Fig.1*). Die Gruppeneinteilung wurde an den anderen beiden Vorschulen durch die Logistik der Unterrichtspläne beeinflußt. Da in diesen Vorschulen die Kinder entsprechend ihrem Alter verschiedenen Klassen zugeteilt wurden, waren die Kinder in der Kontrollgruppe (kein Unterricht) älter als die Kinder in den anderen drei Gruppen (4 Jahre 1 Monat bis 4 Jahre 9 Monate gegenüber 3 Jahre 0 Monate bis 3 Jahre 11 Monate). Dies war unumgänglich, um die Klassenverbände zusammenzuhalten und um die Stichprobengröße zu optimieren. Es ist wichtig darauf hinzuweisen, daß die Testergebnisse der Kinder altersstandardisiert wurden und daß zwischen den Gruppen vor Beginn der Unterrichtssequenz keine signifikanten Unterschiede festgestellt wurden.

Unterricht an den Vorschulen

Schuljahr	LB	WC	SA
1993-1994	Keyboard & kein Unterricht	Keyboard & kein Unterricht	--
1994-1995	Computer & Gesang	Computer & Gesang	Keyboard & Computer

Fig. 1: Forschungsdesign mit Vorschulen und Untersuchungsgruppen. 78 normal intelligente Kinder verschiedener Ethnien nahmen teil (42 Jungen, 36 Mädchen). Die Daten wurden über einen Zeitraum von zwei Jahren an drei Vorschulen (LB, WC, SA) gesammelt. Die Vorschule SA nahm nur im Schuljahr 1994-1995 an der Untersuchung teil und wirkte nicht an den Kontrollgruppen (kein Unterricht) oder an den Gesangsgruppen mit. Vor Beginn der Unterrichtssequenz wiesen die Gruppen keine signifikanten Differenzen auf. An den Vorschulen LB und WC wurde über einen Zeitraum von acht Monaten einmal wöchentlich unterrichtet; an der Vorschule SA wurde sechs Monate lang zweimal pro Woche Unterricht erteilt. Da hinsichtlich der Stundenanzahl kein Effekt nachgewiesen werden konnte ($F_{(10,23)}=0,65$, ns.), wurden diese Daten gepoolt. Der Einfachkeit halber beziehen wir uns fortan auf das Intervall zwischen den Test-Perioden als auf einen Zeitraum von sechs Monaten.

Unterricht

Wir haben Keyboard-Unterricht dem Unterricht auf einem anderen Instrument vorgezogen, weil auf der Tastatur räumliche Beziehungen zwischen Tonhöhen in linearer visueller Form dargestellt sind. Unserer Einschätzung nach würde die Kupplung visueller und akustischer Information zu der Entwicklung der für räumlich-zeitliche Operationen relevanten neuralen Muster beitragen. Für den Einsatz der Tastatur sprachen auch die Erfahrungen aus unserer Pilotstudie. Uns lagen keine Informationen bezüglich anderer Instrumente vor. Für den Unterricht an den Vorschulen engagierten

wir professionelle Keyboard-Lehrkräfte des Irvine Conservatory of Music und benutzten Yamaha Portasound PSS 190-Keyboards, die auf kindgerechte Tische gestellt wurden. Der zehnminütige Keyboard-Unterricht bestand aus von Eric L. Wright aus traditionellen Unterrichts-Methoden abgeleiteten Übungen (vgl. *Fig.2*). Die Kinder übten Intervalle, Feinmotorik-Koordination, Fingersatz-Techniken, Vom-Blatt-Spiel, Notation und Auswendig-Spielen. Nach sechs Monaten waren alle Kinder in der Lage, elementare Anfänger-Melodien sowie einfache Melodien von Beethoven und Mozart zu spielen. Die Vorschulen reservierten eine Stunde täglich für das Üben am Keyboard.

Der Unterricht in den drei Schulen beinhaltete vielfach bereits Gesangsaktivitäten; um diese Aktivitäten zu standardisieren und um zu ermitteln, ob Gesangsunterricht ohne flankierenden Keyboard-Unterricht – wie von der Pilotstudie angedeutet – einen Effekt zeitigen würde, wurde die Gesangsgruppe in die Studie einbezogen. Der 30minütige Gesangsunterricht wurde an fünf Tagen pro Woche von einem Musiklehrer erteilt. Gesungen wurden populäre Kinderlieder und Volkslied-Melodien.

Die Anforderungen der Keyboard-Tastatur an motorische und visuelle Koordination, der Grad der Aufmerksamkeit und des Engagaments der Kinder wurden mit den Ergebnissen der Computer-Unterrichtsgruppe verglichen. Ein professioneller Computer-Dozent brachte für die zehnminütigen Einzelstunden einen PC in die Vorschulen. Die Kinder lernten, unterhaltende, altersgemäße, kommerzielle Programme mit einfachen DOS-Befehlen zu öffnen. Die Mehrzahl der Kinder beherrschte dies nach einem Monat. Inhalt der Software war die Vermittlung von Lese- und einfachen Rechenfähigkeiten. Der Grad der Buchstaben-Erkennung variierte von Schüler zu Schüler. Einige Kinder konnten bereits zu Beginn der Unterrichtssequenz eine Reihe von Buchstaben identifizieren, während die meisten Kinder nach drei Monaten lediglich 8 bis 10 Buchstaben zu identifizieren in der Lage waren. Die Kinder erlernten außerdem Satzstrukturen durch das Vervollständigen von Sätzen wie "Ich bin dankbar dafür, daß...". Auch das Zählen und das Lesen von Zahlen wurden unterrichtet. Nach einem Monat konnten die meisten Kinder drei Objekte zählen, nach drei Monaten konnten durchschnittlich sechs Objekte gezählt werden. Die Unterrichtsstunden beinhalteten weder den Gebrauch der "Maus", noch stützten sie sich auf Software, in der Musik eine zentrale Rolle spielt.

Die Kontrollgruppe (kein Unterricht) diente der Überprüfung von Test-Artefakten. Ein bestimmtes Testergebnis verbessert sich beispielsweise u.U. weniger infolge der jeweiligen Unterweisungen, sondern deshalb, weil die Kinder mit fortschreitendem Alter

motivierter an die Ausführung der jeweiligen Aufgabe herangehen.

(hier Abb. S.4, li. oben)

Fig. 2: Die im Keyboard-Unterricht verwendete numerische Zuordnung der Finger. Die Kinder erlernen, ihre Finger (vgl. Abb. a) den numerierten Tasten auf dem Keyboards zuzuordnen (vgl. Abb. b, rechte Hand). Abb. c zeigt ein Beispiel für eine mit der rechten Hand gespielte Melodie, die die Kinder im dritten Unterrichtsmonat spielen können. Koordinations-Übungen für die rechte und linke Hand werden zu Beginn des Unterrichts vorgestellt. Beidhändige Übungen erfolgen im zweiten und dritten Monat des Unterrichts. Positionsveränderungen oder der Wechsel zu einem anderen tonalen Zentrum werden im vierten und fünften Monat unterrichtet.

Tests

Vor Beginn des Unterrichts haben wir das räumliche Vorstellungsvermögen aller Kinder mit vier Aufgaben des Performanz-Subtests der *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-Revised* (WPPSI-R) geprüft.[18] Die Kinder wurden einzeln in den Vorschulen getestet. In der Objekt-Anordnungs-Aufgabe (OA) zur Ermittlung räumlich-zeitlicher Kognitions-Fähigkeit arrangierten die Kinder Puzzlestücke zu einem sinnvollen Ganzen. Die Ausführung dieser Aufgabe erforderte die mentale Visualisierung des vollständigen Objekts sowie die Rotation des Puzzles, d.h. die Anpassung des realen Bildes an das mentale Bild. Durch das Zusammensetzen der Teile in einer bestimmten Reihenfolge wurde die Ausführung dieser räumlich-zeitliches Vorstellungsvermögen beanspruchenden Aufgabe erleichtert. Das Zusammensetzen des Tierpuzzles (*Fig.3a*) beispielsweise wurde leichter, wenn mit dem Kopf begonnen wurde; das anfängliche Zusammensetzen von Kopf- und Schwanz-Stück hingegen führte zu Schwierigkeiten bei der korrekten Anordnung der Mittelstücke. Die anderen fünf WPPSI-R-Tests maßen räumliche Kognition. Wir benutzten die folgenden drei Aufgaben: (I) geometrische Muster erforderten die Visualisierung und das Zeichnen der abgebildeten Modellfiguren (*Fig.3b*); (II) mit flachen zweifarbigen Blöcken sollten die Kinder vorgegebene Muster nachlegen; (III) Setz-Puzzlestücke in Tierform sollten von den Kindern in Mulden unterhalb einer Reihe abgebildeter Tiere eingesetzt werden. Diese Raum-Kognitionstests setzten das Erkennen von Ähnlichkeiten zwischen Objekten, deren Klassifikation sowie ihre Anpassung an andere Objekte voraus. Die Reihenfolge war nicht relevant. Nach sechs bis acht Monaten Unterricht wurden die Kinder erneut

getestet. Die Kontrollgruppe wurde zur selben Zeit wie die anderen Gruppen getestet.

(hier Abb. S.4, re. unten)

Fig. 3a: Schematische Darstellung der Objekt-Anordnungs-Aufgabe, deren Bewältigung räumlich-zeitliches Vorstellungsvermögen erfordert. Die Kinder arrangieren Teile eines Puzzles zu einem sinnvollen Ganzen.

Fig. 3b: Schematische Darstellung der räumliche Kognition erfordernden Aufgabe mit geometrischen Mustern. Die Kinder zeigen in der unteren Reihe auf die mit der Figur in der oberen Reihe übereinstimmende Figur.

Scoring (Testergebnisse und Auswertung)

In Übereinstimmung mit den WPPSI-R-Scoring-Richtlinien[18] basierten die Roh-Scores auf der innerhalb einer spezifizierten Zeitperiode erzielten Fehlerzahl; für Präzision und Geschwindigkeit bei der Lösung von Aufgaben wurden Bonus-Punkte vergeben. Skalierte Ergebnisse wurden in dreimonatigen Altersintervallen kalkuliert. Der festgesetzte Mittelwert für alle WPPSI-R-Tests (*M*) liegt bei 10 Punkten, wobei sämtliche Standardabweichungen (s) gleich 3 sind.

Die Test-Verfahren folgten der Wechsler-Testanleitung[18]. Die Test-Durchläufe dauerten 60 bis 75 Minuten und fanden morgens statt. Kinder, die während des Tests unruhig wurden, erhielten vor Wiederaufnahme des Tests eine fünfminütige Pause. Im ersten Jahr der Untersuchung wurden die Tests von Fraces H. Rauscher durchgeführt. Während des zweiten Jahres wurden die Tests von Forschungs-Assistenten durchgeführt, die weder mit der Hypothese des Experiments noch mit der Einteilung der Gruppen vertraut waren. Da die vorläufige Analyse der beiden Datensätze keine Unterschiede zeigte, wurden die Daten gepoolt. Alle Aufgaben wurden unabhängig voneinander durch zwei Forscher bewertet, die keine Kenntnis von der Versuchsanordnung hatten. Die Reliabilität der Bewertung lag bei $r = 0{,}995$ bis $r = 1$.

Ergebnisse und Erörterung

In *Fig.4a* ist der Einfluß der vier verschiedenen Unterrichtsarten auf das räumlich-zeitliche Vorstellungsvermögen dargestellt; für jede der vier Gruppen sind die Mittelwerte der Ergebnisse aus den Objekt-Anordnungs-Aufgaben (OA) vor und nach der Unterrichtssequenz dargestellt. Die Graphik zeigt, daß der Unterricht in der Keyboard-Gruppe einen drastischen Gesamtanstieg in den OA-Ergebnissen zur Folge hatte (vgl. den Mittelwert von 9,79 "vorher" bzw. 13,41 "nachher"), wogegen in keiner der anderen Gruppen eine nennenswerte Veränderung festgestellt weden konnte. Zur Verifikation dieser augenfälligen Differenz wurde ein Einweg-Anova mit den Daten ("vorher"/"nachher") der vier Gruppen – Keyboard, Computer, Gesang, Kontrollgruppe (kein Unterricht) – durchgeführt. Erwartungsgemäß erbrachte diese Analyse hochsignifikante Unterschiede zwischen den vier Gruppen ($F_{(3,74)} = 3,87$; $p < 0,0001$).

Noch aufschlußreicher waren die Ergebnisse einer anschließenden Auswertung multipel gepaarter Gruppen-Vergleiche; hierbei wurden mit Bonferroni-(Dunn)-T-Tests Unterschiede zwischen Differenzergebnissen ("vorher"/"nachher") für einzelne Paare von Untersuchungsgruppen ermittelt. Auch nach Anwendung dieser konservativen Methode blieben die signifikanten Differenzen zwischen der Keyboard-Gruppe und den anderen Gruppen bestehen ($p < 0,001$). Eine Verwerfung der Nullhypothese wurde durch kein *pairing* der anderen drei Untersuchungsgruppen notwendig, selbst dann nicht, wenn der Alpha-Level auf 0,99 gesetzt wurde (a =0,99). *Tabelle 1* zeigt das überraschende Muster dieser Ergebnisse.

Die mit den Daten der anderen Tests (geometrische Muster, Blöcke und Tierfiguren) durchgeführten Anovas waren insignifikant; sie zeigten, daß sich die Testergebnisse der Kinder bei den Aufgaben zur Ermittlung räumlicher Kognition nach der Unterrichtssequenz nicht signifikant verbesserten (vgl. *Fig.4b*).

In der Gesangs-, in der Computer- und in der Kontrollgruppe (kein Unterricht) wiesen weder die OA-Ergebnisse noch die Ergebnisse der räumlichen Kogntions-Aufgaben signifikante Veränderungen auf. Die geringfügige Verbesserung der Gesangs-Gruppe in der Bewältigung der OA-Aufgabe (9,80 "vorher" gegenüber 10,10 "nachher") läßt darauf schließen, daß es entweder eines stärker strukturierten Gesangsunterricht-Programms bedürfte bzw. daß der Umgang mit einem Musikinstrument und dessen visuelle und motorische Repräsentation räumlich-zeitlicher Relationen zwischen Tonhöhen-Sequenzen für den Effekt verantwortlich ist. Wir können jedoch nicht

ausschließen, daß der Gesangsunterricht zu der in der Keyboard-Gruppe festgestellten Verbesserung des räumlich-zeitlichen Vorstellungsvermögens beigetragen hat. Wir vermuten, daß die in der Pilotstudie ermittelte signifikante Verbesserung bei den Tagesheim-Kindern, die Gruppen-Gesangsunterricht erhielten, u.a. auf die demographische Zusammensetzung der Schule zurückzuführen ist. Es ist unbedingt erforderlich, diese demographischen Effekte zu untersuchen.

Aufgrund der weitgehend unveränderten OA-Ergebnisse der Computer-Gruppe (9,25 vor vs. 9,60 nach der Unterrichtssequenz) kann ausgeschlossen werden, daß Aufmerksamkeit, Motivation und das Moment der motorischen Koordination wesentlich zu der Verbesserung der Keyboard-Gruppe beigetragen haben. Unserer Ansicht nach ist dies – vor allem in Anbetracht der "fesselnden" Natur der im Computer-Unterricht verwendeten animierten Bilder – ein bezeichnender Befund. Die OA-Ergebnisse der Kontrollgruppe (kein Unterricht) schließlich haben sich nach acht Monaten nicht signifikant verbessert (M=10,50 "vorher" vs. 11,00 "nachher"). Dies deutet darauf hin, daß die Verbesserung der Keyboard-Gruppe nicht auf Test-Artefakte zurückzuführen ist.

Um das Ausmaß der Verbesserung der Keyboard-Gruppe in der Bewältigung der OA-Aufgabe zu veranschaulichen, haben wir das SAS-Histogramm nach der Unterrichtssequenz abzüglich des SAS vor der Unterrichtssequenz (D OA) abgebildet (vgl. *Fig.5a*). Statt der nach der Gauss'schen Normalverteilung zu erwartenden 5 oder 6 Kinder (=16%) verbesserten 24 der 34 Kinder (=71%) ihre Testergebnisse um 3 oder mehr Punkte (im WPPSI-R s =3). *Fig.5b* zeigt das Histogramm für die drei kombinierten Kontrollgruppen. Nur 6 der 44 Kinder (=14%) verbesserten ihre Testergebnise um 3 oder mehr Punkte.

Gedächtnis-Forscher unterscheiden zwischen Kurzzeit- und Langzeit-Gedächtnis.[19] Letzteres erstreckt sich über Stunden oder länger und ist verbunden mit (eventuell langfristig anhaltenden) synaptischen Veränderungen und Potenzierungen.[20-21] Um herauszufinden, ob es sich bei der in dieser Studie festgestellten Verbesserung um eine Langzeit-Verbesserung handelt, haben wir die D OA-Ergebnisse von einen Tag oder länger nach der letzten Keyboard-Unterrichtsstunde getesteten Kindern mit jenen der innerhalb von 24 Stunden nach der letzten Keyboard-Stunde getesteten Kinder verglichen. Ein signifikanter Unterschied konnte nicht festgestellt werden. Ein t-Test für unabhängige Stichproben, der mit den D OA-Ergebnissen der einen Tag oder länger nach ihrer letzten Keyboard-Stunde getesteten 27 Kinder durchgeführt wurde (M=3,59), war in der Gegenüberstellung der D OA-Ergebnisse der innerhalb von 24

Stunden nach ihrer letzten Keyboard-Unterrichtsstunde getesteten 7 Kinder (*M*=3,71) nicht signifikant ($t_{(1,32)}$=0,09, ns.). Dies deutet darauf hin, daß die in der Keyboard-Gruppe festgestellte Verbesserung in der Bewältigung der Objekt-Anordnungs-Aufgabe (OA) zur Ermittlung räumlich-zeitlicher Kognitions-Fähigkeiten mindestens einen Tag lang anhielt – den Standards der Gedächtnis-Forschung zufolge eine als Langzeit klassifizierte Dauer.[19-21]

Unsere früheren Befunde hinsichtlich des nach dem Hören einer Mozart-Sonate kurzfristig verbesserten räumlich-zeitlichen Vorstellungsvermögens von College-Studenten deuten darauf hin, daß durch Musik(hören) die für räumlich-zeitliches Vorstellungsvermögen zuständigen Kortex-Regionen angeregt werden können.[16-17] (Eine EEG-Kohärenz-Untersuchung dieser Kurzzeit-Verbesserung räumlich-zeitlichen Vorstellungsvermögens wurde durchgeführt.[22]) Die in der vorliegenden Studie festgestellte Langzeit-Verbesserung entspricht einer Verbesserung um einen Faktor von über 100 gegenüber früheren Hörexperimenten.[16-17] Diese Untersuchung legt nahe, daß Musikunterricht – anders als bloßes Hören – Langzeit-Modifikationen in den unterliegenden neuralen Schaltungen jener Regionen hervorruft, die nicht primär für die Rezeption von Musik zuständig sind (eventuell, wie von den EEG-Kohärenz-Untersuchungen indiziert, in kortikalen Bereichen des rechten Präfrontallappens und des linken Temporallappens[22]). Das Ausmaß der auf Musikunterricht zurückzuführenden Verbesserung des räumlich-zeitlichen Vorstellungsvermögens übertraf die Standardabweichung und entsprach einer 50%igen bis über 85%igen Steigerung im standardisierten WPPSI-R-Test.

Die exakte Dauer der Verbesserung und das mögliche Vorhandensein einer kritischen Periode müssen noch untersucht werden. Auch sollten die für die Verbesserung ursächlich verantwortlichen Aspekte des Musikunterrichts weiter eruiert werden, um eine optimale Unterrichtsmethode zu ermitteln. Unsere Studie war durch die uns zur Verfügung stehenden Ressourcen begrenzt; eine ideale Studie sollte ihre Probanden aus ein und derselben Vorschule rekrutieren, um potentielle, auf demographische oder Alters-Unterschiede zurückzuführende Verwirrungen zu eliminieren. Zur Kenntnis genommen werden sollte jedoch, daß keine signifikanten Unterschiede in den Messungen der auf diesen Faktoren basierenden Verbesserungen gefunden wurden. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um andere, räumlich-zeitliches Vorstellungsvermögen erfordernde Aufgaben zu identifizieren, deren Bewältigung durch Musikunterricht verbessert werden kann. Ebenfalls notwendig sind Untersuchungen der kortikalen Repräsentation[22] räumlich-zeitlichen Vorstellungsvermögens und

musikalischer Fähigkeiten, gekoppelt mit unterstützenden Daten aus der Verhaltensforschung.

Es ist klar dokumentiert worden[23], daß junge Schüler Schwierigkeiten haben, Konzepte der Proportion zu verstehen (wie sie intensiv in Mathematik und Naturwissenschaften genutzt werden) und daß bislang kein erfolgreiches Programm entwickelt wurde, um diese Konzepte im Schulsystem zu vermitteln. Wir nehmen an, daß eine infolge von Musikunterricht gesteigerte Fähigkeit, zeitliche Sequenzen aus räumlichen Mustern zu entwickeln eine Verbesserung in der konzeptuellen Beherrschung proportionalen Vorstellungsvermögens zur Folge hat. Dies ist eine gewichtige Hypothese, die in zukünftigen Untersuchungen überprüft werden sollte.

Der hohe Anteil an Kindern, deren räumlich-zeitliches Vorstellungsvermögen sich infolge von Musikunterricht deutlich verbesserte (vgl. *Fig.5a*) dürfte von großem Interesse für Wissenschaftler und Erzieher sein – vor allem deshalb, weil der Effekt nachweislich mindestens einen Tag lang anhält. Wir vermuten, daß eine Verbesserung dieses Ausmaßes das Lernen solcher Standard-Lehrplaninhalte fördert, die starkes Gewicht auf räumlich-zeitliches Vorstellungsvermögen legen (z.B. Mathematik und Naturwissenschaften).

(hier Abb. S.5: "Räumlich-zeitliches Vorstellungsvermögen erfordernde Aufgabe", "Räumliche Kognition erfordernde Aufgaben")

Fig. 4a: Darstellung der Mittelwerte für die OA-Standard-Alters-Scores (SAS) mit Standardfehlern für die Keyboard-, die Gesangs-, die Computer- und die Kontrollgruppe (kein Unterricht) vor und nach der Untersuchung. Die Standardabweichungen für jede der Gruppen vor resp. nach der Unterrichtssequenz liegen bei 2,61 und 2,91, bei 3,91 und 3,07, bei 3,27 und 3,07 und bei 2,77 und 2,25. Nach den Unterrichtsstunden verbesserten sich die Ergebnisse der Keyboard-Gruppe signifikant, während dies bei den anderen Gruppen nicht der Fall war.

Fig. 4b: Die Mittelwerte der Raumkognitions-SAS mit Standardfehlern für die vier Gruppen vor und nach der Untersuchung. Die Standardabweichungen für jede der Gruppen vor resp. nach der Unterrichtssequenz liegen bei 2,25 und 1,86, bei 1,68 und 1,97, bei 2,53 und 2,82 sowie bei 1,55 und 1,57. Keine der Gruppen zeigte eine signifikante Verbesserung.

Tab. 1: Bonferroni (Dunn) t-Tests für die Variable OA ("nachher") – OA ("vorher")

Vergleich	Grenzwert simultanes "lower confidence limit"	Differenz zwischen Mittelwerten	Grenzwert simultanes "upper confidence limit"
Keyboard – kein Unterricht	0,2662	3,1176	5,9691 *
Keyboard – Computer	0,7373	3,2676	5,7980 *
Keyboard – Gesang	0,0875	3,3176	6,5478 *
kein Unterricht – Computer	- 2,9790	0,1500	3,2790
kein Unterricht – Gesang	- 3,5178	0,2000	3,9178
Computer – Gesang	- 3,4277	0,0500	3,5277

Dieser Test kontrolliert die Fehlerrate für Typ I-Experimente, hat jedoch allgemein eine höhere Typ II-Fehlerrate als der Tukey-Test für alle paarweisen Vergleiche. Alpha = 0,01; Verläßlichkeit = 0,99; df = 74; MSE = 7,569992; kritischer t-Wert t = 3,26358; auf dem 0,01-Level signifikante Vergleiche sind mit * gekennzeichnet

(hier Abb. S.6, unten)

Fig. 5a: Histogramm der OA-SAS nach der Untersuchung abzüglich SAS vor der Untersuchung (D OA) für die 34 Kinder der Keyboard-Gruppe.

Fig. 5b: Das entsprechende Histogramm für die 44 Kinder in den kombinierten drei Kontrollgruppen.

Danksagung

Diese Untersuchung wurde durchgeführt mit Unterstützung der National Association of Music Merchants, der Ralph and Leona Gerard Foundation, des Seaver Institute, der Orange county philharmonic Society, Walter Cruttenden and Associates, der National Academy of Recording Arts and Sciences und der National Piano Foundation. Die Keyboards wurden von der Yamaha Corporation of America zur Verfügung gestellt. Wir danken den Leitern der Vorschulen J. Kolinsky, G. Morgan-Beazell, M. Rice und D. Rippetoe sowie ihren Mitarbeitern für ihre Geduld, Kooperation und Unterstützung. Wir danken B. Grice von KUSC Radio und J. Fuerbringer von der O.C. Philharmonic Society für ihre Hilfe bei der Kontaktaufnahme mit den Vorschulen. Zu Dank verpflichtet für ihre wertvolle Mitarbeit sind wir den Keyboard-Lehrern C. Jones, D. Schulthiess und M. Wright, dem Computer-Lehrer T. Earl, den Gesangslehrern T. Lundeen, L. Mendoza, M. Navarro und R. Wise, den Prüfern L. Cheung, L. Goldhammer, S. Jethwa und J. Johnson sowie dem Laborassistenten K. Gitchoff. Weiterer Dank geht an L. Brothers, D. Dooley, J. McGaugh, G. Palm und C. Stephens für die Durchsicht früherer Entwürfe dieses Manuskripts sowie an K. Bruhn und J. Kabakov für ihre enthusiastische Unterstützung.

Quellennachweis

1. G.J. Allman, *Greek Geometry from Thales to Euclid,* New York: Arno, 1976
2. H.C. Barlett / H.R. Barker, Cognitive pattern reception and musical performance, in: *Percept Motor Skills* 1973, 36: S.1187-1193

3 M. Hassler / N. Birbaumer / A. Feil, Musical talent and visual-spatial abilities: longitudinal study, in: *Psych Music* 1985, 13: S.99-113

4 I. Hurwitz / P.H. Wolf / C.B. Bortnick / K. Kokas, Nonmusical effects of the Kodaly curriculum in primary grade children, in: *J Learning Disabil* 1975, 8: S.167-174

5 M. Kalmar, The effects of music education based on Kodaly's directives in nursery school children from psychologist's point of view, in: *Psychol Music Proc 9th Int Seminar Res Music Educat* 1982, S.63-68

6 J.A. Parente / J.J. O'Malley, Training in musical rhythm and field dependence of children, in: *Percept Motor Skills* 1975, 40: S.392-394

7 X. Leng / G.L. Shaw, Toward a neural theory of higher brain function using music as a window, in: *Concepts Neurosci* 1991, 2: S.229-258

8 V.B. Mountcastle, An organizing principle for cerebral function: The unit module and the distributed system, in: G.M. Edelman / V.B. Mountcastle (Hrsg.), *The Mindful Brain*, Cambridge: MIT, 1978, S.1-50

9 P.S. Goldman-Rakic, Modular organization of prefrontal cortex, in: *Trends Neurosci* 1984, 7: S.419-424

10 G.L. Shaw / D.J. Silverman / J.C. Pearson, Model of cortical organization embodying a basis for a theory of information processing and memory recall, in: *Proc Nat Acad Sci USA* 1985, 82: S.2364-2368

11 K.V. Shenoy / J. Kaufman / J.V. McGrann / G.L. Shaw, Learning by selection in the trion model of cortical organization, in: *Cerebral Cortex* 1993, 3: S.239-248

12 J.V. McGrann / G.L. Shaw / K.V. Shenoy / X. Leng / R.B. Mathews, Computation by symmetry operations in a structured model of the brain, in: *Phys Rev* E49: S.5830-5839

13 X. Leng / G.L. Shaw / E. Wright, Coding of musical structure and the trion model of cortex, in: *Music Perception* 1993, 8: S.49-62

14 L. Brothers / G.L. Shaw / E. Wright, Durations of extended mental rehearsals are remarkably reproducible in higher level human performances, in: *Neurol Res* 1993, 15: S.413-416

15 H. Petsche / P. Richter / A. von Stein / S. Etlinger / O. Filz, EEG coherence and musical thinking, in: *Music Perception* 1993, 11: S.117-151

16 F.H. Rauscher / G.L. Shaw / K.N. Ky, Music and spatial task performance, in: *Nature* 1993, 365: S.611

17 F.H. Rauscher / G.L. Shaw / K.N. Ky, Listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: Towards a neurophysiological basis, in: *Neurosci Lett* 1995, 153: S.44-47

18 D. Wechsler, *Preschool and Primary Scale of Intelligence – Revised,* San Antonio: The Psychological Corporation, 1989

19 J.L. McGaugh, Time-dependent processes in memory storage, in: *Science* 1966, 153: S.1351-1358

20 T.V.P. Bliss / T. Lomo, Long-lasting potentiation of synaptic transmission in the dentate area of the anaesthetized rabbit following stimulation of the perforant path, in: *J Physiol* 1973, 232: S.331-356

21 M. Baudry / G. Massicotte, Physiological and pharmacological relationships between long-term potentiation and mammalian memory, in: *Concepts Neurosci* 1992, 3: S.79-98

22 J. Samthein / A. von Stein / P. Rappelsberger / H. Petsche / R.H. Rauscher / G.L. Shaw, Persistent patterns of brain activity: An EEG coherence study of the positive effect of music on spatial-temporal reasoning, in: *Neurol Res* 1997, 19: im Druck

23 R. Karplus / S. Pulos / K. Stage, Early adolescents‘ proportional reasoning on ‚rate‘ problems, in: *Educational Studies Math* 1983, 14: S.219-233

[Zum Anfang]

(inhaltliche Verantwortung: Christiane Wanjura)